

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-043314

(43)Date of publication of application : 08.02.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/316

C23C 16/30

H01L 21/768

(21)Application number : 2001-167837

(71)Applicant : SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD

(22)Date of filing : 04.06.2001

(72)Inventor : DEN SHINKO  
CHOI BYOUNG-DEOG  
RI SHOSHO  
JO TAIKYOKU

(30)Priority

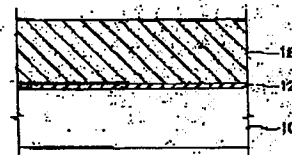
Priority number : 2000 200032893 Priority date : 15.06.2000 Priority country : KR

(54) INSULATING FILM AND MANUFACTURING METHOD THEREOF AND SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide the manufacturing method of an insulating film which optimizes the contents of boron and phosphorus in a BPSG film and at the same time manufactures the insulating film comprising the BPSG film which is not changed its characteristics, and to provide the manufacturing method of a semiconductor device.

**SOLUTION:** In the manufacturing method of an insulating film comprising a BPSG film, an oxidizing atmosphere is composed in a substrate 10 formed with an etching stop film 12 using oxygen gas, and thereafter, a first seed layer is formed using tetraethyl orthosilicate and oxygen gas. Successively, a second seed layer which can adjust a boron content and is used for forming the insulating film 18 is formed using triethyl borate, tetraethyl orthosilicate and oxygen gas, and the insulating film 18 comprising the BPSG film is formed using triethyl borate, triether phosphate, tetraethyl orthosilicate and ozone gas. As a result, 5.25 to 5.75 wt.% of boron and 2.75 to 4.25 wt.% of phosphorus are added to the film 18. The film 18 is not affected by the characteristics of the preceding or later process.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-43314

(P2002-43314A)

(43)公開日 平成14年2月8日(2002.2.8)

(51)IntCl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード*(参考)
H 0 1 L 21/316		H 0 1 L 21/316	X 4 K 0 3 0
C 2 3 C 16/30		C 2 3 C 16/30	5 F 0 3 3
H 0 1 L 21/768		H 0 1 L 21/90	K 5 F 0 5 8
			P

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 12 頁)

(21)出願番号	特願2001-167837(P2001-167837)	(71)出願人	390019839 三星電子株式会社 大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞416
(22)出願日	平成13年6月4日(2001.6.4)	(72)発明者	田 眞純 大韓民国ソウル市盧原区上溪6洞住公アパート210棟404号
(31)優先権主張番号	2 0 0 0 P 3 2 8 9 3	(72)発明者	崔 炳徳 大韓民国京畿道龍仁市器興邑農審里サン24番地
(32)優先日	平成12年6月15日(2000.6.15)	(74)代理人	100093779 弁理士 服部 雅紀
(33)優先権主張国	韓国 (K R)		

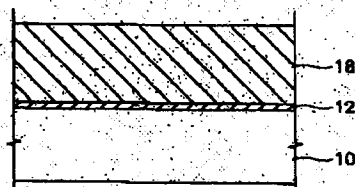
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 絶縁膜およびその製造方法、ならびに半導体装置およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 BPSG膜を含む絶縁膜およびその製造方法、ならびに半導体装置およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 エッチング阻止膜12が形成された基板10に酸素ガスを使用して酸化性雰囲気を組成した後、テトラエチルオルトシリケートおよび酸素ガスを使用して第1シード層を形成する。続けて、トリエチルボレート、テトラエチルオルトシリケートおよび酸素ガスを使用してホウ素の含量調節が可能である絶縁膜形成のための第2シード層を形成し、トリエチルボレート、トリエチルホスフェート、テトラエチルオルトシリケートおよびオゾンガスを使用してBPSG膜を含む絶縁膜18を形成する。これによって、絶縁膜18は5.25から5.75重量%のホウ素ならびに2.75から4.25重量%の炭が添加される。絶縁膜18は前または後の工程特性に影響を受けない。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体装置に用いられる絶縁膜であつて、5.25から5.75重量%のホウ素（B）と2.75から4.25重量%の燐（P）とを含むことを特徴とする絶縁膜。

【請求項2】 テトラエチルオルトシリケート（TEOS）に前記ホウ素および前記燐が添加されているBPSG膜を含むことを特徴とする請求項1に記載の絶縁膜。

【請求項3】 酸素ガスを使用し、基板上に絶縁膜を形成するための酸化性雰囲気を構成する段階と、

10 テトラエチルオルトシリケートおよび酸素ガスを使用し、前記絶縁膜を形成するための第1シード層を前記基板上に形成する段階と、

トリエチルボレート（TEB）、テトラエチルオルトシリケートおよび酸素ガスを使用し、ホウ素の添加量を調節可能である絶縁膜を形成するための第2シード層を前記第1シード層上に形成する段階と、

20 トリエチルボレート、トリエチルホスフェート（TEPO）、テトラエチルオルトシリケートおよびオゾンガスを使用し、前記第1シード層および前記第2シード層を含む基板上にホウ素および燐の添加量を調節可能であるBPSG膜を形成する段階とを含むことを特徴とする絶縁膜の製造方法。

【請求項4】 水素ガスおよび酸素ガスを使用し、前記絶縁膜をリフローして前記絶縁膜の表面を平坦に形成し、同時に前記基板上の凹、凸部のうち凹部内を前記絶縁膜に充電させる段階とをさらに含むことを特徴とする請求項3に記載の絶縁膜の製造方法。

30 【請求項5】 前記第1シード層を形成するためのテトラエチルオルトシリケートおよび酸素ガスは、1：5.4から5.8の混合比を有するように供給されることを特徴とする請求項3に記載の絶縁膜の製造方法。

【請求項6】 前記第2シード層を形成するためのテトラエチルオルトシリケート、トリエチルボレートおよび酸素ガスは、1：0.2から0.3：5.4から5.8の混合比を有するように供給されることを特徴とする請求項3に記載の絶縁膜の製造方法。

40 【請求項7】 前記BPSG膜を形成するためのテトラエチルオルトシリケート、トリエチルボレート、トリエチルホスフェートおよびオゾンガスは、1：0.2から0.3：0.09から0.12：5.4から5.8の混合比を有するように供給されることを特徴とする請求項3に記載の絶縁膜の製造方法。

【請求項8】 前記酸化性雰囲気、前記第1シード層、前記第2シード層および前記BPSG膜は、真空状態で形成し、前記真空状態はヘリウムガスおよび窒素ガスを1：1.8から2.2の混合比を有するように供給して形成することを特徴とする請求項3に記載の絶縁膜の製造方法。

50 【請求項9】 前記絶縁膜の開口部を有する絶縁膜パタ

ーンを前記基板上に形成するためのエッチングをするとき、前記エッチングによって前記基板が損傷することを阻止するためのエッチング阻止膜を形成した後、前記絶縁膜を形成することを特徴とする請求項3に記載の絶縁膜の製造方法。

【請求項10】 ゲート電極が形成され、前記ゲート電極の両側下部にソースおよびドレーンが形成されている基板と、

前記基板および前記ゲート電極上に連続的に形成され、5.25から5.75重量%のホウ素ならびに2.75から4.25重量%の燐が添加されている絶縁膜とを備えることを特徴とする半導体装置。

【請求項11】 前記基板は、前記基板上に形成されているエッチング阻止膜を有することを特徴とする請求項10に記載の半導体装置。

【請求項12】 前記基板上に形成されている絶縁膜は、テトラエチルオルトシリケートに前記ホウ素および前記燐を添加して形成されるBPSG膜を含むことを特徴とする請求項11に記載の半導体装置。

【請求項13】 エッチングによって基板が損傷することを阻止するためのエッチング阻止膜を前記基板上に形成する段階と、

5.25から5.75重量%のホウ素ならびに2.75から4.25重量%の燐が添加された絶縁膜を前記エッチング阻止膜上に形成する段階と、

前記絶縁膜をリフローして前記絶縁膜の表面を平坦に形成し、同時に凹、凸部のうち凹部を前記絶縁膜に充電させる段階と、

前記絶縁膜の所定部をエッチングし、前記所定部の下部にあるエッチング阻止膜表面が露出される開口部を有する絶縁膜パターンを形成する段階とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項14】 前記エッチング阻止膜は、窒化珪素を使用して60から140Å程度の厚みを有するように形成されることを特徴とする請求項13に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項15】 前記基板は凹凸部を有し、前記基板の凹凸部はゲート電極によって形成されることを特徴とする請求項13に記載の半導体装置の製造方法。

40 【請求項16】 前記基板は凹凸部を有し、前記基板の凹凸部は開口部を有するパターンによって形成されることを特徴とする請求項13に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項17】 前記絶縁膜を形成する段階は、酸素ガスを供給し、酸化性雰囲気を組成する段階と、テトラエチルオルトシリケートおよび酸素ガスを1：5.4から5.8の混合比を有するように供給し、前記基板上に第1シード層を形成する段階と、テトラエチルオルトシリケート、トリエチルボレートおよび酸素ガスを1：0.2から0.3：5.4から5.8の混合比を有するように供給し、前記基板上に第2シード層を形成する段階と、

Bの混合比を有するように供給し、前記第1シード層上に第2シード層を形成する段階と、

テトラエチルオルトシリケート、トリエチルボレート、トリエチルホスフェートおよびオゾンガスを1:0.2から0.3:0.09から0.12:5.4から5.8の混合比を有するように供給し、前記第1シード層および前記第2シード層を含むエッチング阻止膜上にBPSG膜を形成する段階とを含み、

前記酸化性雰囲気、前記第1シード層、前記第2シード層および前記BPSG膜を形成する段階は、真空状態で行われ、前記真空状態はヘリウムガスおよび窒素ガスを1:1.8から2.2の混合比を有するように供給して形成されることを特徴とする請求項13に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項18】 前記絶縁膜は、9,000から10,000Å程度の厚みを有するように形成されることを特徴とする請求項13に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項19】 前記絶縁膜は、CF<sub>4</sub>を含むエッチングガスを使用してエッチングされることを特徴とする請求項13に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は絶縁膜およびその製造方法、ならびに半導体装置およびその製造方法に関するものであり、より詳細にはホウ素(boron:B)および燐(phosphorous:P)を添加する量を最適化するためのBPSG膜(BPSG layer: borophosphosilicate glass layer)を含む絶縁膜およびその製造方法、ならびに半導体装置およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近來、コンピュータのような情報媒体の急速な普及に伴って、半導体装置は飛躍的に発展している。その機能面において、半導体装置は高速に動作することと同時に大容量の貯蔵能力を有することが要求される。このような要求に応じて、半導体装置の集積度、信頼度および応答速度などを向上させる方向に製造技術が発展してきた。そして、半導体装置の集積度などの向上のための主技術として、絶縁膜または導電膜などを含む膜を形成するための加工技術は重要な位置を占有している。

【0003】膜を形成するための加工技術は、大きく物理気相蒸着(physical vapor deposition)と化学気相蒸着(chemical vapor deposition)に区分することができる。このうち、化学気相蒸着は、形成しようとする対象物質の元素を含む気体ソースと反応気体とを基板上に供給し、基板を加熱して化学反応が発生するようにすることで、基板上に膜を形成する加工技術である。

【0004】半導体装置のうちで、DRAM素子を例として挙げると、16メガビットDRAM(16 Megabit DRAM)および64メガビットDRAMの量産から、最近では256メガビットDRAMの量産化が進行しており、これに加えて、ギガビットDRAM(Gigabit DRAM)のように高集積化に対応した量産研究が進行している。

【0005】これによって、半導体装置の製造に利用される膜形成のための加工技術に関する要求は段々厳しくなる。これは、絶縁膜または導電膜などを含む膜を多層構造に形成し、膜を0.15μm以下デザインルール(design rule)の微細パターンを有する構造などに形成するためである。膜を微細パターンを有する構造に形成する場合、微細パターンを形成するための工程特性は、微細パターンが形成される膜だけでなく、膜の下部に形成されている下部膜ならびに膜の上部に形成する上部膜などにも影響を及ぼす。このため、膜を形成するときに、膜形成以前または以後の工程特性に従う膜の化学的、物理的特性が十分に考慮されなければならない。

【0006】膜のうちで、メタル配線の電気的絶縁または表面保護などのために形成される絶縁膜は、酸化物に燐をドーピングしたPSG膜(PSG layer: phosphosilicate glass layer)または酸化物にホウ素および燐をドーピングしたBPSG膜などが主に選択される。これは、ステップカバレージ(step coverage)が優れ、水分に対する拡散障壁に作用してアルカリイオン(alkali ion)をゲッタリング(gettering)し、膜を形成するための工程を低温などで容易に実施することができるためである。

【0007】しかし、膜を形成した後に膜をリフロー(reflow)する時、膜が拡散障壁に作用し十分な流動性を有するために、膜は下部に水分を伝達する媒介として作用する。従って、膜の下部に、水分によって損傷を受ける材質で構成される膜またはシリコン材質の基板などがある場合には、深刻な問題を招来する。そのため、膜を形成するときに、水分による影響を最小化にするための方法が考慮されなければならない。

【0008】PSG膜またはBPSG膜などを含む絶縁膜の形成の例は、ダウソンら(Dawson et al.)に許与された米国特許第4,668,973号、日本特開昭59-222945号、日本特開平11-122139号および日本特開平8-17926号などに開示されている。

【0009】米国特許第4,668,973号に開示された発明によると、基板上に窒化珪素膜を形成した後、窒化珪素膜の上に燐が7%以下で添加されるPSG膜を形成する。これにより、PSG膜をリフローしても、窒化珪素膜によって水分が基板に浸透することを阻

止する。かつ、PSG膜に開口部を形成しても、窒化珪素膜によって基板が直接露出しないので、基板が酸化することを阻止する。

【0010】日本特開昭59-222945号に開示された発明によると、基板上に窒化珪素膜を形成した後に、窒化珪素膜上にBPSG膜を形成する。これにより、BPSG膜をリフローしても、窒化珪素膜によって水分が基板に浸透することを阻止し、基板が直接露出して酸化することを阻止する。

【0011】日本特開平1-122139号に開示された発明によると、基板およびゲート電極上に連続的に窒化珪素膜を形成した後に、ホウ素を含有するPSG膜を形成する。これにより、PSG膜をリフローしても、窒化珪素膜によって水分が基板だけでなくゲート電極に浸透することを阻止する。

【0012】日本特開平8-17926号に開示された発明によると、ポリシリコン膜上に酸化珪素膜を形成した後に、酸化珪素膜上にBPSG膜を形成する。これにより、BPSG膜をリフローしても、酸化珪素膜によって水分がポリシリコン膜または基板に浸透することを阻止する。

【0013】このように、PSG膜またはBPSG膜などを含む絶縁膜を形成するときに、膜を窒化珪素膜上に形成することで、水分などによる影響を最小化にすることができる。そして、絶縁膜の所定部をエッチングし開口部を有する絶縁膜パターンを形成するときに、窒化珪素膜は、エッチングによって下部膜または基板が損傷することを阻止する。

【0014】そして、微細な開口部またはゲート電極で構成される凹凸部を有する最近の半導体装置の製造では、開口部またはゲート電極間の凹部にBPSG膜を含む絶縁膜の十分な充電のための特性も考慮しなければならない。これによって、テトラエチルオルトシリケート (tetraethyl orthosilicate: TEOS)、トリエチルボレート (triethyl borate: TEB)、トリエチルホスフェート (triethyl phosphate: TEPO)、酸素ガス、オゾンガスなどを使用し、化学気相蒸着を実施してBPSG膜を形成する。

【0015】このように、水分の浸透およびエッチングによる損傷を阻止し、十分な充電特性を有するための絶縁膜は、主に窒化珪素膜を形成した後に窒化珪素膜上にBPSG膜を形成して形成される。BPSG膜の形成は、次のとおりである。まず、酸素ガスを利用して、BPSG膜を容易に形成するための酸化性雰囲気を組成する。そして、テトラエチルオルトシリケートおよび酸素ガスを使用して、窒化珪素膜から構成されるエッチング阻止膜上に第1シード層を形成した後に、トリエチルボレート、トリエチルホスフェート、テトラエチルオルトシリケートおよび酸素ガスを使用して、第1シード層上

に第2シード層を形成する。第1シード層および第2シード層は、BPSG膜に添加されるホウ素および燐の含量決定に寄与する。続いて、トリエチルボレート、トリエチルホスフェート、テトラエチルオルトシリケートおよびオゾンガスを使用して、第1シード層および第2シード層を含むエッチング阻止膜上にBPSG膜を形成する。この時、BPSG膜は燐の含量が相対的に豊富に形成される。これは、第2シード層を形成するときに、トリエチルホスフェートを使用するためであり、十分な流動性を確保し、後続のリフロー工程でBPSG膜を凹部内で容易に充電させるためのものである。

【0016】そして、BPSG膜を窒素ガスを使用してリフローし、BPSG膜表面を平坦に形成すると同時に凹凸部のうちで、凹部内を絶縁膜へ十分に充電させる。しかし、凹部内ではBPSG膜が十分に充電されず、ボイド(void)が頻繁に形成される。これはBPSG膜を窒素ガスを使用してリフローするためである。

【0017】これによって、窒素ガスの代わりに最近では酸素ガスおよび水素ガスを使用してBPSG膜をリフローし、ボイドの形成を最小化にする。しかし、酸素ガスおよび水素ガスを使用してBPSG膜をリフローするときに、BPSG膜の下部にあるエッチング阻止膜の厚みが減少する。これは燐の含量を決定するトリエチルホスフェートがリフローを実施するとき、酸素ガスおよび水素ガスと反応して燐酸(phosphoric acid:  $H_3PO_4$ )を生成し、生成された燐酸がエッチング阻止膜をエッチングするためである。

【0018】リフロー以前と以後のエッチング阻止膜の厚みを透過電子顕微鏡(Transmission Electron Microscopy: TEM)を使用して分析した結果、リフロー以後のエッチング阻止膜の厚みが以前より約30%減少することを確認することができた。かつ、オージェ電子分析機(augerelectron spectroscopy: AES)を使用してリフロー以後のエッチング阻止膜を分析した結果、エッチング阻止膜を構成する酸化物がリフロー以前より約0.2倍程度増加することを確認することができた。すなわち、リフローを通じてエッチング阻止膜の厚みが減少し、酸化が進行中であることを確認することができた。

【0019】これによって、リフローを実施した後に、BPSG膜を開口部を有するBPSG膜パターンに形成するためのエッチングをするときに、エッチング阻止膜によるエッチング制御が適切に行われない。そのため、エッチング阻止膜の下部にある基板が露出したり、ひどい場合には、基板自体がエッチングされる状況が発生する。そして、自己整列コンタクト(self align contact)などのような微細パターンを要求する最近の半導体装置の製造においてエッチング阻止膜の厚み減少は、ゲート電極間のショルダーマージン(s

houlder margin) を十分に確保できない原因として作用する。

【0020】 燐が相対的に豊富なBPSG膜の代わりに、ホウ素含量が相対的に豊富なBPSG膜を形成する場合、十分な流動性を確保できないこととして、凹部内にBPSG膜が充電されず、ポイドが生成される。かつ、ホウ素含量が豊富なBPSG膜は等方性エッチング特性を有するために、開口部を形成するためのエッチングをする場合、開口部が設定された直径(critical dimension: CD) より大きく形成される。従って、開口部を充電するための後続工程をするときに、開口部が完全に充電されず、ポイドが形成される。これは、設定された直径より大きな開口部が形成されるが、充電は設定された直径の基準から行われるためである。このような開口部に充電させる膜がメタル膜である場合には、ポイドはブリッジ(bridge)の原因として作用する。

【0021】 このように、BPSG膜に添加される燐およびホウ素の含量を適切に調節しない場合、下部のエッチング阻止膜の厚みが減少したり、等方性エッチング特性を有することになる。従って、厚み減少やエッチング特性の不良の原因に作用するため、半導体装置の製造に伴う信頼度が低下する問題点がある。

【0022】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の第1目的は、ホウ素および燐含量を最適化すると同時に特性の変化がないBPSG膜を含む絶縁膜を提供することにある。本発明の第2目的は、ホウ素および燐含量を最適化すると同時に特性の変化がないBPSG膜を含む絶縁膜の製造方法を提供することにある。

【0023】 本発明の第3目的は、ホウ素および燐含量を最適化すると同時に特性の変化がないBPSG膜で構成される絶縁膜を含む半導体装置を提供することにある。本発明の第4目的は、ホウ素および燐含量を最適化すると同時に特性の変化がないBPSG膜で構成される絶縁膜を含む半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0024】

【課題を解決するための手段】 前述した第1目的を達成するための本発明の絶縁膜は、半導体装置を構成する部材(members)のうちで、テトラエチルオルトシリケートに5.25から5.75重量%のホウ素ならびに2.75から4.25重量%の燐が添加されたBPSG膜を含む。

【0025】 前述した第2目的を達成するための本発明の絶縁膜の製造方法は、酸素ガスを使用して基板上に絶縁膜を形成するための酸化性雰囲気を組成する段階と、テトラエチルオルトシリケートおよび酸素ガスを使用し基板上に絶縁膜の形成のための第1シード層を形成する段階と、トリエチルボレート、テトラエチルオルトシリ

ケートおよび酸素ガスを使用しホウ素の含量調節が可能である絶縁膜形成のための第2シード層を第1シード層上に形成する段階と、トリエチルボレート、トリエチルホスフェート、テトラエチルオルトシリケートおよびオゾンガスを使用し第1シード層および第2シード層を含む基板上にホウ素および燐の含量調節が可能であるBPSG膜を形成する段階とを含む。

【0026】 絶縁膜は、次のように製造することができる。まず、酸化性雰囲気を形成した後に、テトラエチルオルトシリケートおよび酸素ガスを1:5.4から5.8の混合比を有するように供給して基板上に第1シード層を形成し、テトラエチルオルトシリケート、トリエチルボレートおよび酸素ガスを1:0.2から0.3:5.4から5.8の混合比を有するように供給して第2シード層を形成する。そして、第1シード層および第2シード層上にテトラエチルオルトシリケート、トリエチルボレート、トリエチルホスフェートおよびオゾンガスを1:0.2から0.3:0.09から0.12:5.4から5.8の混合比を有するように供給してBPSG膜を形成する。この時、絶縁膜は、ヘリウムガスおよび窒素ガスを1:1.8から2.2の混合比を有するように供給して形成する真空状態で形成する。

【0027】 基板上には、窒化珪素膜により構成されるエッチング阻止膜を形成するが、これは絶縁膜をエッチングするときに、エッチングによって基板が損傷することを阻止するエッチング制御をするためのものである。絶縁膜の製造方法は、水素ガスおよび酸素ガスを使用しでリフローし、表面を平坦に形成すると同時に基板上の凹凸部のうちで凹部内を充電する段階をさらに含む。

【0028】 絶縁膜を水素ガスおよび酸素ガスを使用しでリフローしても、エッチング阻止膜がエッチングされることを防止し、等方性エッチング特性を低下させることができる。そのため、凹部に十分な充電を達成すると同時に絶縁膜を異方性エッチングすることができる。従って、BPSG膜を含む絶縁膜は、自己整列コンタクトと微細パターンを形成するときに、適切に応用することができる。

【0029】 前述した第3目的を達成するための本発明の半導体装置は、ゲート電極が形成され、ゲート電極両側下部にソースおよびドレインが形成されている基板と、基板およびゲート電極上に連続的に形成され、5.25から5.75重量%のホウ素ならびに2.75から4.25重量%の燐が添加された絶縁膜とを備える。

【0030】 基板は、エッチングによって基板が損傷することを阻止するためのエッチング阻止膜を含み、絶縁膜は、テトラエチルオルトシリケートにホウ素および燐を添加して形成するBPSG膜を含む。前述した第4目的を達成するための本発明の半導体の製造方法は、エッチングによって基板が損傷することを阻止するためのエッチング阻止膜を基板上に形成する段階と、エッチング

阻止膜上に5.25から5.75重量%のホウ素ならびに2.75から4.25重量%の燐を添加した絶縁膜を形成する段階と、絶縁膜をリフローして絶縁膜表面を平坦に形成すると同時に凹凸部のうち凹部を絶縁膜に充電する段階と、絶縁膜の所定部をエッチングし、所定部の下部にあるエッチング阻止膜表面が露出する開口部を有する絶縁膜パターンを形成する段階とを含む。

【0031】基板は、凹凸部を有し、凹凸部はゲート電極または開口部を有するパターンによって形成される。エッチング阻止膜は、窒化珪素を使用して60から140Å程度の厚みを有するように形成し、絶縁膜は9,000から10,000Å程度の厚みを有するように形成する。この時、エッチング阻止膜および絶縁膜は化学気相蒸着により形成する。

【0032】従って、凹部に十分な充電を達成すると同時に絶縁膜を異方性エッチングすることができる。これは、燐およびホウ素が添加される量を最適化して、BPSG膜を含む絶縁膜をリフローしてもエッチング阻止膜がエッチングされることを防止し、等方性エッチング特性を低下させるためである。これによって、BPSG膜を含む絶縁膜は0.15μm以下のデサインルールを要求する自己整列コンタクトなどと微細パターンを形成するときに適切に応用することができる。

【0033】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の望ましい一実施例を詳細に説明する。図1から図6は、本発明の一実施例による絶縁膜の製造方法を説明するための断面図である。図1に示すように、まず基板10上にエッチング阻止膜12を形成する。エッチング阻止膜12は窒化珪素を使用した化学気相蒸着を実施して形成する。これによって、エッチング阻止膜12は以後、基板10上に形成する絶縁膜をエッチングするときに、エッチングによって基板10が損傷することを防止すると同時に、基板10が露出して酸化されることを防止する。かつ、エッチング阻止膜12は、絶縁膜をリフローするときに生成される水分が絶縁膜を媒介として移動し基板10に浸透することを防止する。

【0034】続いて、エッチング阻止膜12上に、ホウ素および燐が添加されたBPSG膜を含む絶縁膜を形成する。絶縁膜は主に化学気相蒸着を実施して形成する。図7は本発明の一実施例による絶縁膜を製造するための製造装置を示す構成図である。

【0035】図7を参照すれば、基板30が置かれるステージ(stage)200が設置されている。ステージ200には基板30を加熱するための部材が設置され、絶縁膜を形成するときに、基板30を加熱する。そして、ステージ200には基板30を上、下にリフティング(lifting)するための部材が設置され、絶縁膜を形成するときに基板30を上、下にリフティングする。この時、基板30のリフティングは絶縁膜の均一

性に影響を及ぼすために、各段階ごとにリフティングする間隔を制御する。基板30が置かれるステージ200を含むチャンバ20内に、各段階ごとに反応ガスを供給するガス供給ライン210a、210bならびにガス供給ライン210a、210bを通じて供給される反応ガスを混合するためのガス混合ボックス220が設置されている。

【0036】図8は、図7に示す反応ガスが混合される過程を示す模式図である。図8を参照すれば、ガス供給ライン210a、210bが連結されるガス混合ボックス220が設置されている。反応ガスはガス混合ボックス220に各々供給されて、ガス混合ボックス220内で混合されチャンバ20内に供給される。

【0037】ガス混合ボックス220を通じて供給される反応ガスをチャンバ20内にある基板30上に均一に供給するためのプレート(plate)230が設置されている。プレート230の前面にはガスを供給するためのホールが形成され、ガスはホールを通じて基板30上に均一に供給される。

【0038】チャンバを含む装置を使用した絶縁膜の形成は次のとおりである。図2を参照すれば、エッチング阻止膜12が形成された基板10をチャンバ20内へ移送した後に、チャンバ20内に酸素ガスを供給する。酸素ガスは、約4,500sccmで供給されて、基板10を含む周辺を酸化性雰囲気13に組成する。この時、チャンバ20と連結されるポンピング部材を使用してチャンバ20内を真空状態に形成するが、真空状態は約2,000sccmで供給されるヘリウムガスならびに約4,000sccmで供給される窒素ガスを使用して形成する。また、ステージ200は約480℃の温度を維持しながら基板を加熱するが、この時、ステージ200とプレート230の間隔は約600ミル(mils)を維持している(1mils=25μmである)。このような酸化性雰囲気13の組成は絶縁膜の均一性を維持するために行われ、約2秒間続けられる。

【0039】図3に示すように、酸化性雰囲気13を形成した後に、テトラエチルオルトシリケートおよび酸素ガスを使用してエッチング阻止膜12上に第1シード層14を形成する。この時、テトラエチルオルトシリケートは約800sccmで供給され、酸素ガスは約4,500sccmで供給される。なお、以前の酸化性雰囲気13を組成するための酸素ガスは続けて供給され、それに従ってテトラエチルオルトシリケートが供給される構成を有する。これによって、ガスはガス混合ボックス220を通じて混合され、プレート230を通じて基板10上に均一に供給され、第1シード層14を形成する。また、チャンバ20は真空状態を続けて維持する。かつ、ステージ200は約480℃の温度を維持しながら基板10を加熱するが、この時、ステージ200とプレート230の間隔は約400ミルを維持している。こ

【0049】即ち、5.5重量%のホウ素ならびに3.0重量%燐が添加されたBPSG膜を含む絶縁膜18を



形成することにおいて、絶縁膜18をリフローするときに発生するエッチング阻止膜12の厚み減少を最小化にすることができ、十分な充電効果および異方性エッチング特性を確保することができる。

【0050】本発明者はBPSG膜を含む絶縁膜の特性を変化させないホウ素および燐の含量の最適条件を追求するため多くの努力をし、これによって最適条件を求めることができた。図10および図11は、ホウ素および燐が添加される量によって、リフロー以後にエッチング阻止膜の厚みが増加する結果を示すグラフである。

【0051】図10に、5.5重量%、6.0重量%および6.5重量%の含量を有するようにホウ素を添加し、各々に対応して3.0重量%、3.5重量%および4.0重量%の含量を有するように燐を添加したBPSG膜をリフローした後に、BPSG膜の下部にあるエッチング阻止膜が減少した厚みを測定した結果を示す。

【0052】まず、◇で示した結果で、3.0重量%の燐ならびに5.5重量%のホウ素が添加されたBPSG膜の場合には、エッチング阻止膜の厚みが約10Å減少することを確認することができ、3.0重量%の燐ならびに6.0重量%のホウ素が添加されたBPSG膜の場合には、エッチング阻止膜の厚みが約15Å減少することを確認することができ、3.0重量%の燐ならびに6.5重量%のホウ素が添加されたBPSG膜の場合には、エッチング阻止膜の厚みが約22Å減少することを確認することができる。

【0053】□で示した結果で、3.5重量%の燐ならびに5.5重量%のホウ素が添加されたBPSG膜の場合には、エッチング阻止膜の厚みが約15Å減少することを確認することができ、3.5重量%の燐ならびに6.0重量%のホウ素が添加されたBPSG膜の場合には、エッチング阻止膜の厚みが約25Å減少することを確認することができ、3.5重量%の燐ならびに6.5重量%のホウ素が添加されたBPSG膜の場合には、エッチング阻止膜の厚みが約35Å減少することを確認することができる。

【0054】△で示した結果で、4.0重量%の燐ならびに5.5重量%のホウ素が添加されたBPSG膜の場合には、エッチング阻止膜の厚みが約13Å減少することを確認することができ、4.0重量%の燐ならびに6.0重量%のホウ素が添加されたBPSG膜の場合には、エッチング阻止膜の厚みが約35Å減少することを確認することができ、4.0重量%の燐ならびに6.5重量%のホウ素が添加されたBPSG膜の場合には、エッチング阻止膜の厚みが約45Å減少することを確認することができる。

【0055】図11に、3.0重量%、3.5重量%および4.0重量%の含量を有するように燐を添加し、各燐含量に対応して5.5重量%、6.0重量%および6.5重量%の含量を有するようにホウ素を添加したB

PSG膜をリフローした後に、BPSG膜の下部にあるエッチング阻止膜の減少した厚みを測定した結果を示す。

【0056】まず、◇で示した結果で、3.0重量%の燐ならびに5.5重量%のホウ素が添加されたBPSG膜の場合には、エッチング阻止膜の厚みが約8Å減少することを確認することができ、3.5重量%の燐ならびに5.5重量%のホウ素が添加されたBPSG膜の場合には、エッチング阻止膜の厚みが約13Å減少することを確認することができ、4.0重量%の燐ならびに5.5重量%のホウ素が添加されるBPSG膜の場合には、エッチング阻止膜の厚みが約12Å減少することを確認することができる。

【0057】□で示した結果で、3.0重量%の燐ならびに6.0重量%のホウ素が添加されたBPSG膜の場合には、エッチング阻止膜の厚みが約15Å減少することを確認することができ、3.5重量%の燐ならびに6.0重量%のホウ素が添加されたBPSG膜の場合には、エッチング阻止膜の厚みが約25Å減少することを確認することができ、4.0重量%の燐ならびに6.0重量%のホウ素が添加されたBPSG膜の場合には、エッチング阻止膜の厚みが約35Å減少することを確認することができる。

【0058】△で示した結果で、3.0重量%の燐ならびに6.5重量%のホウ素が添加されたBPSG膜の場合には、エッチング阻止膜の厚みが約22Å減少することを確認することができ、3.5重量%の燐ならびに6.5重量%のホウ素が添加されたBPSG膜の場合には、エッチング阻止膜の厚みが約35Å減少することを確認することができ、4.0重量%の燐ならびに6.5重量%のホウ素が添加されたBPSG膜の場合には、エッチング阻止膜の厚みが約45Å減少することを確認することができる。

【0059】従って、ホウ素を5.5重量%添加した場合、燐の含量には殆ど影響を受けないことを確認することができた。そして、5.5重量%のホウ素ならびに3.0重量%の燐を最適条件に限定し、絶縁膜を形成するとき、燐の含量を決定するトリエチルホスフェートの供給を制御する。

【0060】これによって、優れた充電効果および異方性エッチング特性を有すると同時に、リフロー以後に下部にあるエッチング阻止膜の厚み減少が10ÅであるBPSG膜を含む絶縁膜を形成することができる。それゆえ、この絶縁膜は0.15μm以下のデザインルールを要求する最近の半導体装置の製造に積極的に応用することができる。即ち、絶縁膜は自己整列コンタクト形成、IMD (IMD: inter metal dielectric) またはILD (ILD: inter layer dielectric) などのような層間絶縁膜の形成に応用することができる。

【0061】自己整列コンタクトを形成するための絶縁膜を半導体装置の製造に応用した例は次のとおりである。図12図16は本発明の一実施例による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。

【0062】図12に示すように、ソース（source）およびドレイン（drain）72が形成された基板70上にトランジスタを構成するゲート電極74を形成する。ソースおよびドレイン72は基板70内に不純物を注入して形成し、ゲート電極74は主にポリシリコン膜およびタングステン珪素膜（WSi layer）を形成した後に写真エッチングを通じて形成する。

【0063】図13に示すように、基板70およびゲート電極74上に窒化珪素膜で構成されるエッチング阻止膜76を連続的に形成する。窒化珪素膜は化学気相蒸着を通じて約80Åの厚みを有するように形成する。窒化珪素膜は以後、エッチングによって基板70が損傷することを阻止すると同時に、基板70が露出して酸化されることを防止し、リフローによって生成される水分が基板70に浸透することを阻止する。

【0064】図14に示すように、エッチング阻止膜76上に5.5重量%のホウ素ならびに3.0重量%の燐が添加される絶縁膜78を形成する。絶縁膜78はテトラエチルオルトシリケートにホウ素の原料であるトリエチルボレートならびに燐の原料であるトリエチルホスフェートを添加した原料により形成されるBPSG膜から構成される。なお、絶縁膜78は約9,500Åの厚みを有するように形成する。

【0065】BPSG膜を含む絶縁膜78の形成はまず、エッチング阻止膜76が形成された基板70周辺に酸化性雰囲気組成を組成する。この時、酸化性雰囲気組成は約4,500sccmで供給される酸素ガスで組成する。続いて、酸素ガスを約4,500sccmで供給し、テトラエチルオルトシリケートを約800sccmで供給して、エッチング阻止膜上に第1シード層を形成する。続けて、酸素ガスを約4,500sccmで供給し、テトラエチルオルトシリケートを約800sccmで供給し、ホウ素の原料であるトリエチルボレートを約200sccmで供給して、第1シード層上に第2シード層を形成する。そして、テトラエチルオルトシリケートを約800sccmで供給し、トリエチルボレートを約200sccmで供給し、燐の原料であるトリエチルホスフェートを約85sccmで供給し、オゾンガスを約4,500sccmで供給して、第1シード層および第2シード層を含むエッチング阻止膜上にBPSG膜を形成する。

【0066】BPSG膜は真空状態で形成するが、真空状態は約2,000sccmで供給されるヘリウムガスならびに約4,000sccmで供給される窒素ガスにより形成する。そして、基板が置かれるステージの温度は約480℃に維持する。図15に示すように、水素ガ

スおよび酸素ガスを使用して約850℃の温度で絶縁膜78をリフローする。これによって、絶縁膜78表面が平坦に形成されると同時に、ゲート電極74間に絶縁膜78が十分に充電される。

【0067】これは5.5重量%のホウ素ならびに3.0重量%の燐が添加されたBPSG膜を絶縁膜78に形成するためであるので、十分な充電効果を有することは勿論であり、下部にある窒化珪素膜76の厚みの減少を10Å以内にすることができる。

【0068】最近、半導体装置はゲート電極によって形成される凹凸部の間隔が微細であるために、ゲート電極間を十分に充電することが容易ではない。これによって、十分な流動性を有する絶縁膜によりゲート電極間を充電する。凹凸部はゲート電極により限定されるが、開口部などのようなパターンによって形成される凹凸部などを含む。

【0069】図16に示すように、自己整列コンタクトを実施して絶縁膜78を開口部80を有する絶縁膜パターン82に形成する。この時、開口部80は写真エッチング工程を通じて形成するが、絶縁膜78のエッチングにはCF<sub>x</sub>を含むエッチングガスを使用する。そして、エッチングは絶縁膜78と下部の窒化珪素膜76とのエッチング選択比によってなるが、リフローを実施しても窒化珪素膜76の厚みの変化がないために、エッチング阻止を容易に実施することができる。かつ、窒化珪素膜76によって自己整列コンタクトの実施をするときに、十分なショルダーマージンを確保することができる。これによって、メタル膜などを使用して開口部80を充電するための後続工程をするときに、メタル膜に開口部80を十分に充電することができる。

【0070】

【発明の効果】このように、ホウ素および燐の含量を最適条件に設定することにより、半導体装置の製造において前または後の工程特性に影響を受けないBPSG膜を含む絶縁膜を形成することができる。即ち、本発明は水素ガスおよび酸素ガスを使用して絶縁膜をリフローしても、下部にあるエッチング阻止膜の厚みの減少を最小化すると同時に、十分な充電効果と異方性エッチング特性を確保することができる。ゆえに、絶縁膜を半導体装置に応用する場合、半導体装置の信頼度が向上する効果を期待することができる。

【0071】上述のように、本発明の実施例によって本発明を詳細に説明したが、本発明はこれに限定されず、本発明が属する技術分野において通常の知識を有するものであれば、本発明の思想と精神を離れることなく、本発明を修正または変更できるであろう。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による絶縁膜の製造方法を説明するための断面図である。

【図2】本発明の一実施例による絶縁膜の製造方法を説

明するための断面図である。

【図3】本発明の一実施例による絶縁膜の製造方法を説明するための断面図である。

【図4】本発明の一実施例による絶縁膜の製造方法を説明するための断面図である。

【図5】本発明の一実施例による絶縁膜の製造方法を説明するための断面図である。

【図6】本発明の一実施例による絶縁膜の製造方法を説明するための断面図である。

【図7】本発明の一実施例による絶縁膜を製造するための製造装置を示す構成図である。

【図8】本発明の一実施例による絶縁膜を製造するための反応ガスが混合される過程を示す模式図である。

【図9】本発明の一実施例による絶縁膜を製造するときに供給される材料を各段階別に分類した図である。

【図10】本発明の一実施例による絶縁膜のホウ素および炭の含量によって、リフロー以後エッチング阻止膜の厚みが増加する結果を示すグラフである。

【図11】本発明の一実施例による絶縁膜のホウ素および炭の含量によって、リフロー以後エッチング阻止膜の厚みが増加する結果を示すグラフである。

【図12】本発明の一実施例による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図13】本発明の一実施例による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。

を説明するための断面図である。

【図14】本発明の一実施例による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。

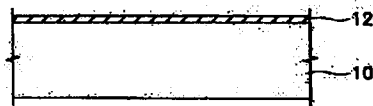
【図15】本発明の一実施例による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図16】本発明の一実施例による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。

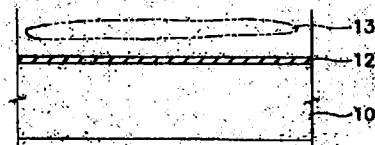
#### 【符号の説明】

- 10、30、70 基板
- 12、76 エッチング阻止膜
- 13 酸化性雰囲気
- 14 第1シード層
- 16 第2シード層
- 18、78 絶縁膜
- 20 チャンバ
- 72 ソースおよびドレイン
- 74 ゲート電極
- 80 開口部
- 82 絶縁膜パターン
- 200 ステージ
- 210a、210b ガス提供ライン
- 220 ガス混合ボックス
- 230 プレート

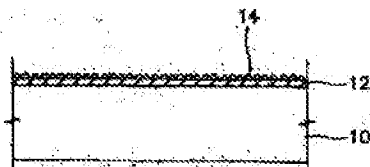
【図1】



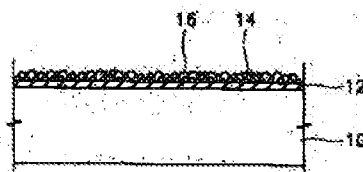
【図2】



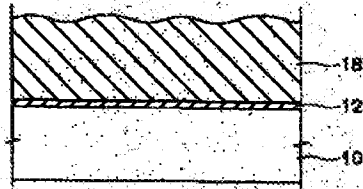
【図3】



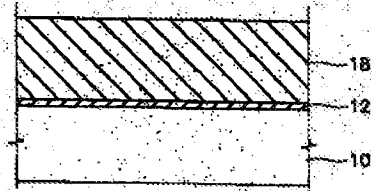
【図4】



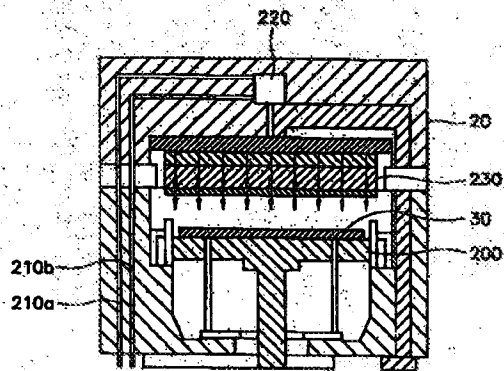
【図5】



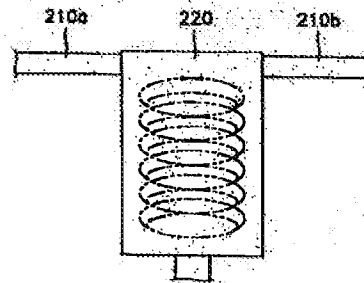
【図6】



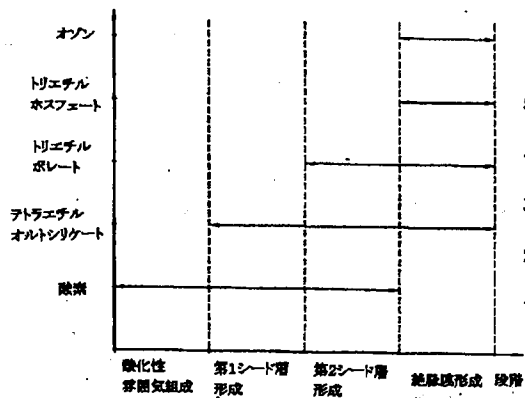
【図7】



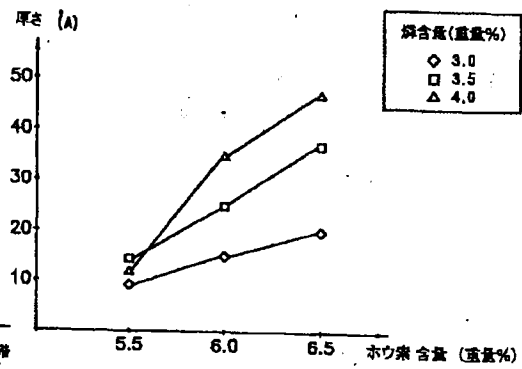
【図8】



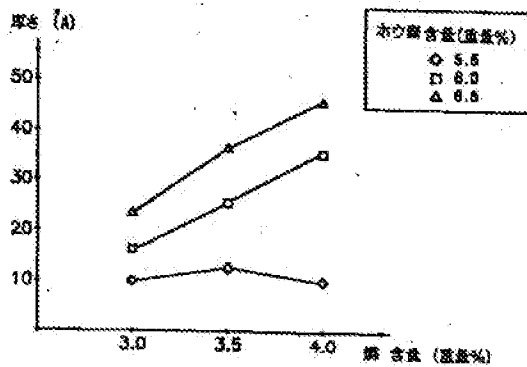
【図9】



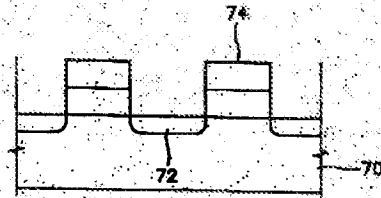
【図10】



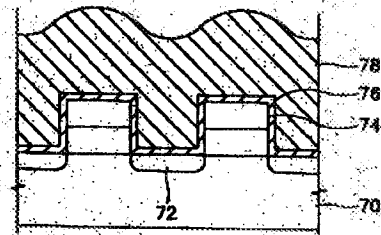
【図11】



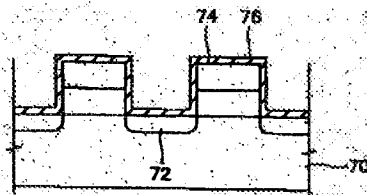
【図12】



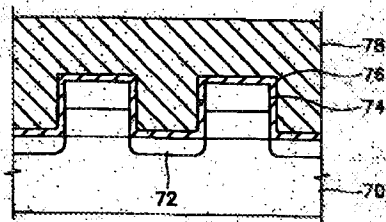
【図14】



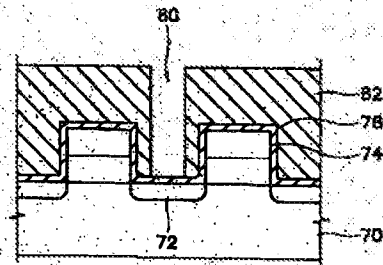
【図13】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 李 鍾昇

大韓民国京畿道水原市八達区露通洞黄骨住  
公アパート154棟1004号

(72)発明者 徐 泰旭

大韓民国京畿道水原市勤善区勤善洞1270番  
地露山アパート401-804

Fターム(参考) 4K030 AA06 BA26 BA28 BA48 BA49

BA51 CA04 FA10 JA06 LA16

SF033 HH05 HH28 HH07 QQ09 QQ11

QQ25 QQ37 QQ75 RR15 SS13

VV06 XX20 XX28 XX34

SF058 BA20 BD01 BD07 BD10 BF04

BF25 BF27 BF29 BF32 BF33

BF37 BG02 BG04 BH08